



⑯ BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES

PATENT- UND

MARKENAMT

Offenlegungsschrift

⑩ DE 197 21 105 A 1

⑯ Int. Cl. 6:

G 01 S 17/00

G 01 V 8/10

G 01 D 5/30

G 01 C 3/08

⑯ Aktenzeichen: 197 21 105.4

⑯ Anmeldetag: 20. 5. 97

⑯ Offenlegungstag: 26. 11. 98

⑯ Anmelder:

Sick AG, 79183 Waldkirch, DE

⑯ Vertreter:

Manitz, Finsterwald & Partner GbR, 80538 München

⑯ Erfinder:

Bauer, Robert, Dr., 79312 Emmendingen, DE

⑯ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht zu ziehende Druckschriften:

| | |
|----|---------------|
| DE | 195 23 843 C1 |
| DE | 44 22 497 C2 |
| DE | 195 20 242 A1 |
| DE | 42 04 013 A1 |
| DE | 40 17 485 A1 |
| DE | 295 02 329 U1 |
| US | 55 32 479 |
| US | 46 93 598 |
| US | 45 75 237 |
| WO | 93 00 568 A1 |
| WO | 90 02 347 A1 |

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑯ Opto-elektronischer Sensor

⑯ Die Erfindung betrifft einen opto-elektronischen Sensor mit einem Lichtsender zum Aussenden eines Sendelichtbündels in einen Überwachungsbereich, mit einem Lichtempfänger zum Empfang eines Empfangslichtbündels, das durch das von einem Gegenstand im Überwachungsbereich in Richtung des Lichtempfängers reflektierte Sendelicht gebildet ist, wobei das Empfangslichtbündel in Abhängigkeit vom Abstand des Gegenstandes vom Sensor in einem veränderlichen Strahlwinkel zum Sendelichtbündel steht, und mit einer Steuer- und Auswerteeinheit zur Verarbeitung des Ausgangssignals des Lichtempfängers. Die Erfindung zeichnet sich dadurch aus, daß der Lichtempfänger einen Mehrlement-Lichtsensor aufweist, der wenigstens vier einzelne Sensorelemente besitzt, die dergestalt benachbart angeordnet sind, daß in Abhängigkeit vom Strahlwinkel unterschiedliche Sensorelemente vom Empfangslichtbündel beaufschlagt sind.

DE 197 21 105 A 1

DE 197 21 105 A 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen opto-elektronischen Sensor mit einem Lichtsender zum Aussenden eines Sendelichtbündels in einen Überwachungsbereich, mit einem Lichtempfänger zum Empfang eines Empfangslichtbündels, das durch das von einem Gegenstand im Überwachungsbereichs in Richtung des Lichtempfängers reflektierte Sendelicht gebildet ist, wobei das Empfangslichtbündel in Abhängigkeit vom Abstand des Gegenstandes vom Sensor in einem veränderlichen Strahlwinkel zum Sendelichtbündel steht, und mit einer Steuer- und Auswerteeinheit zur Verarbeitung des Ausgangssignals des Lichtempfängers.

Derartige Sensoren erlauben aufgrund ihrer Empfindlichkeit gegenüber dem Strahlwinkel zwischen Sende- und Empfangslichtbündel die Bestimmung des Abstands eines das Sendelicht reflektierenden Gegenstands vom Sensor bzw. die Eingrenzung des Überwachungsbereiches durch elektronisches Ausblenden von Gegenständen im Vorder- oder Hintergrund des Überwachungsbereiches. Sensoren, die zur Durchführung dieses Triangulationsverfahrens ausgebildet sind, sind in verschiedenen Ausführungsformen bekannt.

Entsprechende Sensoren weisen als Lichtsensoren ortsauflösende Photoelemente auf, wie beispielsweise PSD-Dioden, welche zwei Ausgangssignale liefern, aus denen der Konzentrationsschwerpunkt des den Lichtsensor beaufschlagenden Empfangslichtbündels ermittelt wird. Weiterhin bekannt sind Differenzelemente, die im wesentlichen aus zwei benachbart angeordneten Photodioden bestehen. Die Ortsauflösung des das Differenzelement beaufschlagenden Empfangslichtbündels erfolgt durch Vergleich und Auswertung der jeweiligen Ausgangssignale der beiden Photodioden.

Um diese Sensoren auf einen Strahlwinkel zu justieren, bei dem das Empfangslichtbündel den jeweiligen Lichtsensor nicht in dessen Mittelpunkt beaufschlagt und bei dem die beiden Ausgangssignale des Lichtsensors somit nicht symmetrisch sind, wird insbesondere bei den Differenzelementen üblicherweise die Symmetrie der Beaufschlagung des Lichtsensors durch das Empfangslichtbündel über eine mechanische Einstellvorrichtung hergestellt. Diese mechanische Einstellvorrichtung umfaßt beispielsweise um eine Querachse verschwenkbare Umlenkspiegel.

Die Verwendung einer mechanischen Einstellvorrichtung bedingt in nachteiliger Weise eine konstruktiv aufwendige Herstellung, eine großvolumige Bauweise sowie mechanische Störanfälligkeit des Sensors, und sie erfordert die Durchführung eines manuellen Justiervorgangs.

Die bekannten Sensoren der eingangs genannten Art weisen überdies den Nachteil auf, daß die analoge Schwerpunktsbildung ihrer beiden Ausgangssignale lediglich eine ungenaue Bestimmung des Strahlwinkels und somit des Abstands eines das Sendelicht reflektierenden Gegenstands vom Sensor ermöglicht. Weiterhin ist ihre Genauigkeit einer unerwünschten und nachteiligen Ortsabhängigkeit der Lichtempfindlichkeit des verwendeten Lichtsensors unterworfen.

Eine Aufgabe der Erfindung besteht darin, einen Sensor der eingangs genannten Art dergestalt auszubilden, daß er ohne die Verwendung einer mechanischen Einstellvorrichtung mit hoher Genauigkeit auf verschiedene Bezugsabstände eines Gegenstandes im Überwachungsbereich vom Sensor einstellbar ist.

Eine erfindungsgemäße Lösung der Aufgabe besteht darin, daß der Lichtempfänger des Sensors einen Mehrelement-Lichtsensor aufweist, der wenigstens vier einzelne Sensorelemente besitzt, die dergestalt benachbart angeord-

net sind, daß in Abhängigkeit vom Strahlwinkel unterschiedliche Sensorelemente vom Empfangslichtbündel beaufschlagt sind.

Der Lichtempfänger des erfindungsgemäßen Sensors weist also wenigstens vier diskrete Sensorelemente auf, die einzeln ausgelesen und ausgewertet werden können. Dadurch können Lage, Struktur und Intensität eines den Lichtempfänger beaufschlagenden Empfangslichtbündels anhand der Signale der einzelnen Sensorelemente bestimmt werden. Diese mehreren Ausgangssignale des erfindungsgemäßen Sensors ermöglichen eine genauere Auswertung als das Vorhandensein von lediglich zwei Ausgangssignalen, die im wesentlichen nur ein analoges Integral über das Empfangslichtsignal der gesamten lichtempfindlichen Fläche des Lichtsensors liefern. Die Unterteilung der lichtempfindlichen Fläche des Lichtsensors in eine Vielzahl von diskreten Sensorelementen kann dem erfindungsgemäßen Sensor somit zur Erzielung einer höheren Ortsauflösung verhelfen.

Ein wesentlicher Vorteil der erfindungsgemäßen Anordnung kann auch darin gesehen werden, daß bei einer entsprechend großen Auslegung des erfindungsgemäßen Mehr-element-Lichtsensors mit vielen einzelnen Sensorelementen eine mechanische Zuordnung bzw. Justage von Sendeop- gewünschter Ausrichtung bzw. Nullpunkteinstellung durch die veränderliche Zuordnung der einzelnen Sensorelemente zur Steuer- und Auswerteeinheit bewirkt werden kann.

Inhomogene Strukturen des den Mehrelement-Lichtsensor beaufschlagenden Empfangslichtbündels können vom erfindungsgemäßen aufgelöst und derart ausgewertet werden, daß sie die Genauigkeit des Sensors noch weiter erhöhen. Störeffekte, wie beispielsweise unerwünschte Reflexionen des Sende- oder Empfangslichtbündels, können vom Sensor erkannt, ausgewertet und ausgefiltert werden. Insbesondere eine spiegelnde Reflexion des Sendelichts an einem anderen Gegenstand als dem zu detektierenden Gegenstand im Überwachungsbereich kann aufgrund der Fähigkeit des Sensors, Abstände zu den verschiedenen reflektierenden Gegenständen zu unterscheiden, erkannt werden, so daß die fälschliche Erzeugung eines Gegenstandsfeststellungssignals unterdrückt werden kann.

Die geometrische Ausdehnung des an einem Gegenstand im Überwachungsbereich reflektierten Empfangslichtbündels entlang der Oberfläche des Mehrelement-Lichtsensors kann ermittelt werden und als weitere Information für Bestimmung des Abstands des Gegenstands vom Sensor verwendet werden.

Da die Signalinformation der mehreren einzelnen Elemente des Lichtsensors zur Verfügung steht, kann diese Information mit Hilfe digitalelektronischer Vorrichtungen auf sehr vielfältige, flexible und einer Einzelanwendung des Sensors jeweils angepaßten Weise verarbeitet werden. Hierbei können insbesondere abgespeicherte und abrufbare Auswerteprogramme verwendet werden. Auch sogenannte "teach-in"-Verfahren können die Anpassung des Sensors an die Anforderungen einer Einzelanwendung in vorteilhaft einfacher Weise ermöglichen.

Die Einstellung eines einem bestimmten Bezugsabstand entsprechenden Strahlwinkels kann bei dem erfindungsgemäßen Sensor durch Zuweisung des Lichtintensitätsmaximums des den Mehrelement-Lichtsensor beaufschlagenden Empfangslichtbündels an ein oder mehrere einzelne Sensor-elemente erfolgen.

Es ist hierbei besonders vorteilhaft, wenn die Sensorelemente des Mehrelement-Lichtsensors durch die Steuer- und Auswerteeinheit in mehrere Sensorbereiche unterteilbar sind. Dadurch können diese Sensorbereiche danach unterschieden werden, ob sie von dem von einem Gegenstand im Überwachungsbereich reflektierten Empfangslichtbündel

beaufschlagt sind. In diesem Fall können die Sensorbereiche, gemäß dem jeweiligen Strahlwinkel, verschiedenen Zonen des Überwachungsbereichs entsprechen.

In bevorzugter Weise erfolgt die Unterteilung der Sensorelemente insbesondere in zwei oder drei Sensorbereiche, entsprechend einer Unterteilung des Überwachungsbereiches in zwei bzw. drei Zonen. Diese Zonen können dann beispielsweise eine Objektzone und Vorder- bzw. Hintergrundzone bilden, in denen Gegenstände die Erzeugung eines Gegenstandsfeststellungssignals bewirken oder beabsichtigt nicht bewirken. Diese Unterteilung des Überwachungsbereichs kann aufgrund der hohen Ortsauflösung des erfindungsgemäßen Sensors in derselben Weise jedoch auch in mehr als drei Zonen erfolgen, beispielsweise um innerhalb einer Objektzone und zusätzlich zu einer Vorder- und einer Hintergrundzone eine weitere auszublendende Zone zu bilden.

Die Unterteilung der Sensorelemente basiert bevorzugt auf einer einmalig vorgenommenen und dem jeweiligen Anwendungsfall angepaßten Kalibrierungs-Einstellung. Hierfür kann sich ein Referenzgegenstand in einem bestimmten Bezugs-Abstand zum Sensor innerhalb dessen Überwachungsbereichs befinden. Daraufhin können die entsprechenden Signale der Sensorelemente ermittelt und dahingehend ausgewertet werden, daß die Sensorelemente in Sensorbereiche unterteilt werden, die genau dem Bezugs-Abstand des Referenzgegenstands entsprechen. Um mehrere Zonen des Überwachungsbereichs zu definieren, können entsprechende unterschiedliche Bezugs-Abstände durch den Sensor vermessen und in der vorstehend beschriebenen Art ausgewertet werden.

Die Anordnung der Sensorelemente im Mehrelement-Lichtsensor kann in einer eindimensionalen Zeile erfolgen.

Es ist bevorzugt, wenn die Anzahl der Sensorelemente durch eine ganzzahlige Potenz der Zahl 2 gegeben ist und insbesondere zwischen 8 und 1024 liegt. Dies vereinfacht die Auswertung der Signale der Sensorelemente insbesondere mit Hilfe digitalelektronischer Mittel.

Es ist weiterhin von Vorteil, wenn die geometrische Ausdehnung eines Sensorelements entlang wenigstens einer Richtung in der Ebene seiner lichtempfindlichen Fläche geringer, insbesondere wesentlich geringer, als die geometrische Ausdehnung des Empfangslichtbündels entlang dieser Richtung ist (Fig. 2). In diesem Fall werden mehrere Sensorelemente durch das Empfangslichtbündel beaufschlagt, und es ergibt sich eine höhere Auflösung bei der Bestimmung der geometrischen Ausdehnung des Querschnitts des Empfangslichtbündels.

Weiterhin ist es vorteilhaft, wenn die geometrische Ausdehnung der Anordnung mehrerer Sensorelemente entlang wenigstens einer Richtung in der Ebene der lichtempfindlichen Fläche des Mehrelement-Lichtsensors größer ist als die geometrische Ausdehnung des Empfangslichtbündels entlang dieser Richtung (Fig. 2). Dadurch wird verhindert, daß das Lichtbündel alle Sensorelemente gleichzeitig beaufschlagt. Somit kann auch erreicht werden, daß von verschiedenen Sensorelementen des Mehrelement-Lichtsensors sowohl ein maximales, der höchsten Lichtintensität des Empfangslichtbündels entsprechendes Signal, als auch ein minimales, dem Restlicht und Untergrundrauschen entsprechendes Signal, erzeugt werden, und daß somit der Signalkontrast des Mehrelement-Lichtsensors optimiert wird. Darüber hinaus begünstigt diese Anordnung der Sensorelemente deren Unterteilung in verschiedene Bereiche, entsprechend ihrer Beaufschlagung durch das Empfangslichtbündel.

Der erfindungsgemäße Sensor kann als Mehrelement-Lichtsensor eine Photodioden-Matrix aufweisen, die insbesondere einstückig ausgebildet ist. Derartige Photodioden-

Matrizen, beispielsweise aus Silizium gefertigt, bilden üblicherweise einen kostengünstigen Detektor mit einer Vielzahl von diskreten Kanälen und sie besitzen bei kleinvolumigem Aufbau ein hohes Verhältnis von lichtempfindlicher Fläche zu lichtunempfindlicher Fläche.

Es ist weiterhin von Vorteil, wenn den einzelnen Sensorelementen des Mehrelement-Lichtsensors jeweils ein Verstärkungsmittel zugeordnet ist, welches insbesondere zur Vermeidung von Störeffekten dem jeweiligen Sensorelement räumlich nahe angeordnet ist. Jedem Sensorelement können auch ein oder mehrere Schalter zugeordnet sein, durch welche das Auslesen der Signale der Sensorelemente steuerbar ist. Es ist besonders vorteilhaft, wenn die Verstärkungsmittel und/oder Schalter im Mehrelement-Lichtsensor innerhalb eines einzigen Chips integriert sind.

Der erfindungsgemäße Sensor funktioniert besonders gut, wenn die Steuer- und Auswerteeinheit Mittel zum parallelen Auslesen der Signale von Sensorelementen enthält. Falls die Sensorelemente in Sensorbereiche unterteilt sind, ist es von Vorteil, wenn die Steuer- und Auswerteeinheit Mittel zum parallelen Auslesen der Signale dieser Sensorbereiche umfaßt. Die genannten Mittel können durch mehrere parallele Leitungen ausgebildet sein, wobei einer parallelen Leitung insbesondere die Sensorelemente eines Sensorbereiches zugeordnet sind.

Die Anzahl der parallelen Leitungen kann der Anzahl der Sensorbereiche entsprechen. Durch Zusammenfassen mehrerer Sensorbereiche auf einer parallelen Leitung kann sie jedoch auch geringer sein als die Anzahl der Sensorbereiche. Bevorzugt weist die Steuer- und Auswerteeinheit eine Schaltersteuereinheit auf, durch welche die Zuschaltung einzelner Sensorelemente auf eine parallele Leitung gesteuert wird.

In vorteilhafter Ausführungsform ist jedem Sensorelement jeweils ein erster und ein zweiter Schalter zugeordnet, wobei alle ersten Schalter mit einer ersten parallelen Leitung und alle zweiten Schalter mit einer zweiten parallelen Leitung verbunden sind. In diesem Fall kann jedem Sensor-element zusätzlich jeweils ein dritter Schalter zugeordnet sein, wobei alle dritten Schalter mit einer dritten parallelen Leitung verbunden sind. Es ist bevorzugt, wenn die über erste, zweite oder dritte Schalter durch eine parallele Leitung miteinander verbundenen Sensorelemente dann jeweils einen Sensorbereich bilden, der den Vordergrund, die Objektzone oder den Hintergrund des Überwachungsbereichs repräsentiert.

Bevorzugt ist jedes Sensorelement nur mit jeweils einer parallelen Leitung verbunden. Ein Sensorelement kann jedoch auch gleichzeitig mit mehreren parallelen Leitungen verbunden sein. Dies kann beispielsweise dann von Vorteil sein, wenn dieses Sensorelement zwischen Sensorelementen verschiedener Sensorbereiche liegt.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform umfaßt die Steuer- und Auswerteeinheit Mittel zum seriellen Auslesen der Signale von Sensorelementen. Diese Mittel können derart ausgestaltet sein, daß sie bei einer Unterteilung der Sensorelemente in Sensorbereiche diese Sensorbereiche seriell auslesen. Die Mittel können insbesondere durch eine Multiplex-Datenübertragungseinheit ausgebildet sein, in der die Signale der Sensorelemente oder die Signale der Sensorelemente eines Sensorbereiches oder die Signale der Sensorbereiche zeitlich nacheinander eingelesen und ausgegeben werden.

Die Steuer- und Auswerteeinheit des erfindungsgemäßen Sensors kann Mittel zur Bildung der Summe der Signale von Sensorelementen aufweisen. Dadurch läßt sich ein über einen bestimmten Bereich der lichtempfindlichen Fläche des Mehrelement-Lichtsensors integriertes Signal erzeugen,

wobei dieser Bereich entsprechend einer Unterteilung der Sensorelemente in Sensorbereiche in vorteilhafter Weise frei wählbar ist. Die Summenbildung kann beispielsweise durch Aufschalten der Signale der Sensorelemente eines Sensorbereichs auf eine parallele Leitung, der diese Sensorelemente gemeinsam zugeschaltet sind, oder mit Hilfe eines Mikroprozessors erfolgen.

Es ist von Vorteil, wenn die Steuer- und Auswerteeinheit Mittel zur Bildung der Differenz zwischen Signalen aufweist. Diese Signale können entweder Ausgangssignale von Sensorelementen oder Summen der Signale von Sensorelementen, insbesondere eines Sensorbereichs, sein. Anhand dieser Differenzen lässt sich beispielsweise der Kontrast zwischen den integralen Lichtsignalen verschiedener Sensorbereiche ermitteln, wobei die Sensorbereiche wiederum in vorteilhafter Weise frei wählbar sind.

In diesem Fall ist es bevorzugt, wenn die Steuer- und Auswerteeinheit weiterhin Mittel aufweist, durch die ein Gegenstandsfeststellungssignal erzeugbar ist, wenn die ermittelte Differenz einen definierten Schwellwert unter- oder überschreitet oder diesem gleich ist. Die Erzeugung eines derartigen Gegenstandsfeststellungssignals kann auch dann erfolgen, wenn die ermittelte Differenz innerhalb oder außerhalb eines Toleranzbereiches liegt, der einen definierten Schwellwert umgibt.

Die Funktionsweise des erfundungsgemäßen Sensors ist außerdem begünstigt, wenn die Steuer- und Auswerteeinheit Mittel zur Digitalisierung der Signale der Sensorelemente bzw., falls eine Unterteilung der Sensorelemente in Sensorbereiche erfolgt ist, der Signale der Sensorelemente der Sensorbereiche umfasst. In diesem Fall können diesem Mittel nachgeschaltete digitalelektronische Auswertemittel verwendet werden, beispielsweise um die Lage, Breite oder Struktur des den Mehrelement-Lichtsensor beaufschlagenden Empfangslichtbündels zu analysieren.

Die Steuer- und Auswerteeinheit kann in vorteilhafter Weise einen Mikroprozessor enthalten. Dieser kann beispielsweise zur Steuerung des parallelen oder des seriellen Auslesens der Signale der Sensorelemente des Mehrelement-Lichtsensors dienen. Ebenso kann er die Signale der Sensorelemente verarbeiten und analysieren. Auf eingespeicherten Berechnungsgrundlagen basierend kann dieser Mikroprozessor auch die Unterteilung der Sensorelemente in Sensorbereiche beurteilen und festlegen. Der Mikroprozessor kann insbesondere eine selbstadaptierende Logik aufweisen, die eine Anpassung des Sensors bzw. der Sensorbereichsunterteilung an veränderliche Auswertungs- und Umweltbedingungen ermöglicht.

Zum Zwecke der Justierung des erfundungsgemäßen Sensors ist es vorteilhaft, wenn die Steuer- und Auswerteeinheit Mittel zur manuellen und/oder automatischen Kalibrierungs-Einstellung aufweist, wobei diese Kalibrierungs-Einstellung sich auf einen Bezugs-Abstand eines innerhalb des Überwachungsbereichs befindlichen Referenzgegenstands vom Sensor beziehen kann.

Eine manuelle Kalibrierungs-Einstellung kann beispielsweise durch äußere Betätigung der Mittel derart erfolgen, daß bei Anwesenheit eines Referenzgegenstands innerhalb des Überwachungsbereichs in einem Bezugsabstand vom Sensor durch den Sensor ein Soll-Ausgangssignal oder Gegenstandsfeststellungssignal erzeugt wird, welches diesem Bezugsabstand entspricht.

Eine automatische Kalibrierungs-Einstellung kann beispielsweise dadurch erfolgen, daß geeignete Signale der Sensorelemente bzw. Sensorbereiche ermittelt und abspeichert werden, wobei diese Signale einem oder mehreren Bezugs-Abständen zum Sensor entsprechen können, in denen jeweils ein Referenzgegenstand innerhalb des Überwa-

chungsbereichs angeordnet ist.

In vorteilhafter Weise wird mit einer Kalibrierungs-Einstellung, insbesondere mit der automatischen Kalibrierungs-Einstellung, durch die Steuer- und Auswerteeinheit eine Unterteilung der Sensorelemente des Mehrelement-Lichtsensors in mehrere Sensorbereiche individuell festgelegt.

Bevorzugt erfolgt die Kalibrierungs-Einstellung einmalig für den nachfolgenden Praxiseinsatz des Sensors. Die Kalibrierungs-Einstellung kann jedoch auch im Praxiseinsatz wiederholt werden, um gegebenenfalls eine an veränderte Umgebungsbedingungen angepaßte Änderung der Unterteilung der Sensorelemente in Sensorbereiche zu bewirken. So können beispielsweise alterungsbedingte Trifteffekte des Sensors ausgeglichen werden.

Eine weiterhin vorteilhafte Ausführungsform des erfundungsgemäßen Sensors ermöglicht zumindest näherungsweise die quantitative Bestimmung der Abstände von im Überwachungsbereich befindlichen Gegenständen vom Sensor. Diese Abstandsbestimmung kann anhand der Auswertung der Signale der Sensorelemente erfolgen. Hierfür und für die Ausgabe der ermittelten Abstände kann die Steuer- und Auswerteeinheit des Sensors geeignete Mittel aufweisen. Der Abstandsmessung kann insbesondere die Kalibrierungs-Einstellung zugrunde liegen, welche die Auswertung und das Abspeichern von Signalen der Sensorelemente umfaßt, die bei Anwesenheit von Referenzgegenständen in verschiedenen Abständen zum Sensor innerhalb des Überwachungsbereichs ermittelt werden.

Schließlich ist es bevorzugt, wenn der Lichtsender des Sensors zur Aussendung von pulsförmigen Lichtsignalen ausgebildet ist. In diesem Fall ist es von Vorteil, wenn der Mehrelement-Lichtsensor und/oder die Steuer- und Auswerteeinheit in geeigneter Weise mit der Frequenz der pulsförmigen Lichtsignale synchronisiert sind.

Weitere Ausführungsformen der Erfindung sind in den Unteransprüchen offenbart, wobei auch andere Kombinationen der einzelnen Ausführungsformen möglich sind als in den Unteransprüchen angegeben.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnungen beschrieben; in diesen zeigen:

Fig. 1 das Prinzipschaubild eines erfundungsgemäßen Sensors,

Fig. 2 die schematische Darstellung einer bevorzugt Anordnung der Sensorelemente eines von einem Empfangslichtbündel beaufschlagten erfundungsgemäßen Mehrelement-Lichtsensors,

Fig. 3 das Prinzipschaubild eines erfundungsgemäßen Sensors mit parallelem Auslesen der Sensorelemente,

Fig. 4a und 4b jeweils den prinzipiell verlauf des Ausgangssignals eines die Signale der Sensorelemente verarbeitenden Mittels der Steuer- und Auswerteeinheit des erfundungsgemäßen Sensors, und

Fig. 5 das Prinzipschaubild eines erfundungsgemäßen Sensors mit seriellem Auslesen der Sensorelemente.

Fig. 1 zeigt den schematischen Aufbau eines opto-elektronischen Sensors 1. Dieser enthält einen Lichtsender 2, der sich im wesentlichen in der Brennebene einer am Gehäuse des Sensors 1 angeordneten Sendeoptik 3 befindet. Das Gehäuse des Sensors 1 weist weiterhin eine der Sendeoptik 3 benachbarte Empfangsoptik 4 auf.

Innerhalb des Sensors 1, im Bereich der Bildebene der Empfangsoptik 4, befindet sich ein Lichtsensor 5 dargestellt, daß seine lichtempfindliche Fläche im wesentlichen parallel zur Bildebene der Empfangsoptik 4 angeordnet ist und daß der Mittelpunkt seiner lichtempfindlichen Fläche von der Hauptachse der Empfangsoptik 4 weg vom Lichtsender 2 seitlich versetzt ist. Über mehrere Sensor-Signalausgänge 6,

von denen in Fig. 1 nur einer dargestellt ist, ist der Lichtsensor 5 mit einer ebenfalls innerhalb des Sensors 1 befindlichen Steuer- und Auswerteeinheit 7 verbunden.

Weiterhin ist in Fig. 1 ein vom Lichtsender 2 ausgehendes, die Sendeoptik 3 durchdringendes Sendelichtbündel 8 eingezeichnet, das außerhalb des Sensors 1 einen näherungsweise parallelen Verlauf aufweist.

Im Überwachungsbereich des Sensors 1, in einem Abstand D vom Sensor 1, befindet sich ein Gegenstand 9, welcher das Licht des Sendelichtbündels 8 reflektiert. Derjenige Teil des reflektierten Lichts, der durch die Empfangsoptik 4 in das Innere des Sensors 1 auf den Lichtsensor 5 gelangt, bildet das Empfangslichtbündel 10. Der Abstand des Mittelpunkts des den Lichtsensor 5 beaufschlagenden Lichtflecks von dem dem Lichtsender 2 abgewandten Ende des Lichtsensors 5 ist als Strahlablenkung A bezeichnet.

Außerhalb des Sensors 1 stehen das Sendelichtbündel 8 und das Empfangslichtbündel 10 im wesentlichen in einem Strahlwinkel α zueinander.

Außerdem ist in Fig. 1 im Überwachungsbereich des Sensors 1 ein weiterer Gegenstand gestrichelt eingezeichnet, der als Referenzgegenstand 9' in einem Bezugs-Abstand D' vom Sensor 1 angeordnet ist.

Der Lichtsensor 5 ist ortsauf lösend ausgebildet, d. h. seine Ausgangssignale liefern eine Information darüber, in welchem Bereich seiner lichtempfindlichen Fläche er vom Empfangslichtbündel beaufschlagt ist. Falls sich der Abstand D des Gegenstands 9 vom Sensor 1 verändert, ändert sich auch der Strahlwinkel α und somit die Strahlablenkung A entlang der lichtempfindlichen Fläche des Lichtsensors 5.

Die Ausgangssignale des Lichtsensors 5 werden über die Sensor-Signalausgänge 6 der Steuer- und Auswerteeinheit 7 zugeführt. Diese ist derart ausgebildet, daß sie unterschiedliche Ausgangssignale des Lichtsensors 5 verschiedenen Abständen D des Gegenstands 9 vom Sensor zuzuordnen vermag.

Somit entspricht der in Fig. 1 dargestellte Sensor 1 bekannten Sensoren der im Oberbegriff des Anspruchs 1 genannten Art. Durch Ausbildung des Lichtsensors 5 des Sensors 1 als Mehrelement-Lichtsensor gemäß dem kennzeichnenden Teil des Anspruchs 1 entspricht der in Fig. 1 gezeigte Aufbau jedoch auch dem Aufbau eines neuartigen erfundengemäßen Sensors.

Fig. 2 zeigt in schematischer Darstellung den Aufbau eines erfundengemäßen Mehrelement-Lichtsensors 5. Der Mehrelement-Lichtsensors 5 weist acht geradlinig benachbart angeordnete Sensorelemente 11 auf. Zwei mit dem Bezugszeichen Y markierte Sensorelemente 11 sind zumindest teilweise von einem Empfangslichtbündel 10 beaufschlagt. Dieses besitzt einen kreisförmigen Querschnitt 12, dessen Mittelpunkt, wie bereits im Zusammenhang mit Fig. 1 beschrieben, durch eine Strahlablenkung A von einem Ende des Lichtsensors 5 beabstandet ist. Speziell die in Fig. 2 dargestellte Lage des Mittelpunkts des Querschnitts 12 ist durch eine Strahlablenkung A gekennzeichnet.

Die vom Empfangslichtbündel im wesentlichen nicht beaufschlagten Sensorelemente 11 sind in Fig. 2 auf der bezogen auf das Empfangslichtbündel einen Seite mit X, auf der anderen Seite des Mehrelement-Lichtsensors 5 mit Z bezeichnet. Die Bezeichnungen X, Y und Z für die Sensorelemente 11 entsprechen einer Unterteilung des Mehrelement-Lichtsensors 5 in drei verschiedene Sensorbereiche.

Zwei Möglichkeiten des Auslesens der Sensorelemente 11 und zur Unterteilung des Mehrelement-Lichtsensors 5 in Sensorbereiche werden im folgenden beispielhaft anhand der Fig. 3, 4 und 5 erläutert. Dabei wird die Verwendung des Mehrelement-Lichtsensors 5 als Lichtsensor 5 innerhalb des in Fig. 1 dargestellten Sensors 1 vorausgesetzt.

Fig. 3 zeigt den Mehrelement-Lichtsensor 5 gemäß Fig. 2 sowie schematisch Bestandteile einer Steuer- und Auswerteeinheit 7. Jedes Sensorelement 11 des Mehrelement-Lichtsensors 5 besitzt einen Sensor-Signalausgang 6, der jeweils mit einem Pol eines ersten Schalters 13 und einem Pol eines zweiten Schalters 14 elektrisch verbunden ist. Der jeweils andere Pol der ersten Schalter 13 ist mit einer ersten parallelen Leitung 15, der jeweils andere Pol der zweiten Schalter 14 ist mit einer zweiten parallelen Leitung 16 verbunden. Alle Schalter 13, 14 sind weiterhin mit einer Schaltersteureinheit 17 verbunden.

Die erste parallele Leitung 15 ist dem negativen Eingang, die zweite parallele Leitung 16 dem positiven Eingang eines Differenzverstärkers 18 zugeführt. Das analoge Ausgangssignal S des Differenzverstärkers 18 wird einem Analog/Digital-Wandler 19 zugeführt. Der Ausgang des Analog/Digital-Wandlers 19 sowie die Schaltersteureinheit 17 sind mit einem Mikroprozessor 20 verbunden, der einen Ausgang 21 besitzt.

Mittels der Schalter 13, 14 wird jeder Signalausgang 6 der Sensorelemente 11 durch die Schaltersteureinheit 17 wahlweise genau einer der beiden parallelen Leitungen 15, 16 zugeschaltet. Dadurch werden die Signale jeweils der einen der beiden parallelen Leitungen 15, 16 zugeschalteten Sensorelemente zu einem Summensignal aufsummiert. Da der Mehrelement-Lichtsensor 5 drei Sensorbereiche aufweist, die in Fig. 3 gemäß Fig. 2 durch die Markierung der Sensorelemente 11 mit den Bezeichnungen X bzw. Y bzw. Z gekennzeichnet sind, müssen zumindest einer der beiden Leitungen 15, 16 die Ausgangssignale der Sensorelemente von zwei verschiedenen der drei Sensorbereiche zugeführt werden.

Bei der in Fig. 3 dargestellten Stellung der Schalter 13, 14 werden also die Signale der Sensorelemente 11 der Sensorbereiche X und Z der parallelen Leitung 15 zugeführt, und die Signale der Sensorelemente 11 des Sensorbereichs Y der parallelen Leitung 16 zugeführt.

Der negative Eingang des Differenzverstärkers 18 empfängt somit ein Signal, welches die Summe der Signale der Sensorelemente 11 sowohl des Sensorbereichs X als auch des Sensorbereichs Z darstellt. Dementsprechend wird dem positiven Eingang des Differenzverstärkers 18 über die parallele Leitung 16 ein Signal zugeführt, welches aus der Summe der Signale der Sensorelemente 11 des Sensorbereichs Y gebildet ist.

Falls der Mehrelement-Lichtsensor 5 von einem Empfangslichtbündel 10 beispielsweise, wie in Fig. 2 dargestellt, im wesentlichen nur im Sensorbereich Y beaufschlagt wird, liefert der Differenzverstärker 18 dem Analog/Digital-Wandler 19 ein positives Ausgangssignal S. Nach Digitalisierung durch den Analog/Digital-Wandler 19 wird dieses Signal im Mikroprozessor 20 weiterverarbeitet, beispielsweise um nach Vergleich des Signals mit einem Schwellwert ein Gegenstandsfeststellungssignal an seinem Ausgang 21 zu erzeugen.

Es ist nun möglich, den in Fig. 3 dargestellten Sensor 1 gemäß der Anordnung nach Fig. 1 auf einen Bezugs-Abstand D' von Gegenständen innerhalb des Überwachungsbereichs vom Sensor 1 zu kalibrieren. Dadurch sollen in nachfolgenden Messungen zum Beispiel ein Vordergrund und ein Hintergrund des Überwachungsbereichs derart ausgeblendet werden, daß der Sensor nur auf Gegenstände innerhalb einer dazwischen liegenden Objektzone reagiert.

Zu diesem Zweck ist im Überwachungsbereich in dem gewünschten Bezugsabstand vom Sensor 1 ein Referenzgegenstand 9' anzordnen. Falls der Referenzgegenstand 9' das Sendelichtbündel 8 als Empfangslichtbündel 10 beispielsweise unter einem Strahlwinkel α reflektiert, der die in

Fig. 2 dargestellte Beaufschlagung des Mehrelement-Lichtsensors 5 mit dem Empfangslichtbündel 10 zur Folge hat, ist genau die in **Fig. 2** bzw. **Fig. 3** dargestellte Unterteilung der Sensorelemente 11 des Mehrelement-Lichtsensors 5 in die Sensorbereiche X, Y und Z sinnvoll. Diese Unterteilung muß also von der Steuer- und Auswerteeinheit 7 erkannt und als Kalibrierungseinstellung beibehalten werden.

Hierfür ermittelt der Mikroprozessor 20 zunächst das Ausgangssignal eines jeden Sensorelements 11, indem er bei über die Schaltersteuereinheit 17 erwirkten verschiedenen Stellungen der Schalter 13, 14 das vom Analog/Digital-Wandler 19 digitalisierte Ausgangssignal des Differenzverstärkers 18 ermittelt und auswertet. Nach erfolgter Auswertung weist der Mikroprozessor 20 für nachfolgende Messungen die Schaltersteuereinheit 17 zur Einstellung der Schalter 13, 14 in genau den Stellungen an, die in **Fig. 3** dargestellt sind und die der ebenfalls dargestellten Unterteilung der Sensorelemente 11 in die drei Sensorbereiche X, Y und Z entsprechen. Somit liegt diese Unterteilung des Mehrelement-Lichtsensors 5 den nachfolgenden Messungen als Kalibrierungs-Einstellung zugrunde.

Falls sich nun in anschließenden Messungen ein Gegenstand 9 in dem Bezugs-Abstand D', auf dem die vorgenommene Kalibrierungs-Einstellung basiert, vom Sensor 1 innerhalb des Überwachungsbereichs befindet, ist am Differenzverstärker 18 infolge der vorgenommenen Einstellung der Schalter 13, 14 das größtmögliche positive Ausgangssignal S abzulesen.

Befindet sich dagegen ein Gegenstand 9 in einem anderen Abstand D vom Sensor 1 innerhalb des Überwachungsbereichs, so stellen sich ein Strahlwinkel α und eine Strahlablenkung A ein, die sich von den der Kalibrierungs-Einstellung des Sensors 1 zugrunde liegenden Werten unterscheiden. Da die Beaufschlagung des Mehrelement-Lichtsensors 5 entgegen der Darstellung in **Fig. 2** in diesem Fall nicht mehr im wesentlichen im Sensorbereich Y erfolgt, liefert der Differenzverstärker 18, unter Voraussetzung einer beibehaltenen Stellung der Schalter 13, 14, ein schwächeres positives oder ein negatives Ausgangssignal S.

Die Abhängigkeit des Ausgangssignals S des Differenzverstärkers 18 von dem Abstand D eines im Überwachungsbereich befindlichen Gegenstands 9 vom Sensor 1 ist für die in **Fig. 3** dargestellte Stellung der Schalter 13, 14 durch den in **Fig. 4a** gezeigten Verlauf 22 gegeben. Diesem Signalverlauf 22 ist zu entnehmen, daß das Ausgangssignal S einen maximalen Wert liefert, falls der Gegenstand 9 sich im Bezugsabstand D' befindet bzw. falls der Mehrelement-Lichtsensor 5 im Sensorbereich Y vom Empfangslichtbündel 10 beaufschlagt wird.

Weiterhin ist dem Signalverlauf 22 zu entnehmen, daß der Ausgang des Differenzverstärkers 18 negative Werte S liefert, falls der Mehrelement-Lichtsensor 5 durch das Empfangslichtbündel deutlich abseits der Bezugs-Strahlablenkung A' beaufschlagt wird. Zur Veranschaulichung dieses Zusammenhangs ist in **Fig. 4a** die näherungsweise Lage der Sensorbereiche X, Y und Z angedeutet.

Fig. 4a macht deutlich, daß im erfundungsgemäßen Sensor die dem Signalverlauf 22 zugrundeliegende und in **Fig. 3** dargestellte Stellung der Schalter 13, 14 auf einfache Weise dafür verwendet werden kann, den Vordergrund und den Hintergrund des Überwachungsbereichs entsprechend den Sensorbereichen X bzw. Z elektronisch auszublenden. Hierfür liefert der Mikroprozessor 20 an seinem Ausgang 21 beispielsweise nur dann ein Gegenstandsfeststellungssignal, wenn das Ausgangssignal S des Differenzverstärkers 18 den in **Fig. 4a** eingezeichneten Schwellwert 23 überschreitet. Dann können nur solche Gegenstände, die sich in einer dem Sensorbereich Y entsprechenden Objektzone des Überwa-

chungsbereichs befinden, die Auslösung eines Gegenstandsfeststellungssignals bewirken.

Falls die in **Fig. 3** dargestellte Stellung der Schalter 13, 14 dahingehend geändert wird, daß die Sensorelemente 11 der Sensorbereiche X und Y der ersten parallelen Leitung 15 und die Sensorelemente 11 des Sensorbereichs Z der zweiten parallelen Leitung 16 zugeschaltet sind, bilden die Sensorbereiche X und Y nur noch einen einzigen gemeinsamen Sensorbereich. In diesem Fall sind die Sensorelemente 11 des Mehrelement-Lichtsensors 5 nur noch in zwei unterscheidbare Sensorbereiche unterteilt, nämlich Sensorbereiche X mit Y und Sensorbereich Z.

Die der vorstehend beschriebenen Schalterstellung entsprechende Abhängigkeit des Ausgangssignals S des Differenzverstärkers 18 vom Abstand D eines im Überwachungsbereich befindlichen Gegenstands 9 vom Sensor 1 bzw. dessen Abhängigkeit von der dem Abstand D entsprechenden Strahlablenkung A ist dem in **Fig. 4b** schematisch dargestellten Verlauf 24 zu entnehmen. Solange die Strahlablenkung A im wesentlichen innerhalb der beiden Sensorbereiche X und Y liegt, liefert der Differenzverstärker 18 ein negatives Ausgangssignal S. Falls dagegen die Strahlablenkung A im wesentlichen innerhalb des Sensorbereichs Z liegt, liefert der Differenzverstärker 18 ein positives Ausgangssignal S. Somit kann bei dieser Schalterstellung anhand eines Vergleichs des Signals S mit einem Schwellwert durch den Mikroprozessor 20 auf einfache Weise eine Zone, nämlich ein Vordergrund oder ein Hintergrund, des Überwachungsbereichs ausgeblendet werden.

Die durch die **Fig. 4a** und **4b** veranschaulichten Ausblendmöglichkeiten beruhen allein auf Anweisungen an die Schaltersteuereinheit 17 durch den Mikroprozessor 20. Im Mikroprozessor 20 können auf sehr einfache Weise verschiedene Schemata von Anweisungen an die Schaltersteuereinheit 17 abgelegt und bei Bedarf aufgerufen werden. Somit ist die in **Fig. 3** dargestellte Steuer- und Auswerteeinheit äußerst flexibel in der Erkennung von Gegenständen 9 und in der elektronischen Ausblendung verschiedener Zonen innerhalb des Überwachungsbereiches. Durch unterschiedliche Kalibrierung reagiert der Sensor auf variable Zonen des Überwachungsbereichs, wobei eine der speziellen Anwendung angepaßte Kalibrierung automatisiert und rein elektronisch, ohne mechanische Einflußnahme, durchführbar ist.

Die in **Fig. 3** dargestellte Anordnung der Steuer- und Auswerteeinheit 7 zum Auslesen der Sensorelemente 11 und zur deren Unterteilung in verschiedene Sensorbereiche kann auch nach dem in **Fig. 5** schematisch gezeigten Aufbau erfolgen. In dieser Anordnung sind alle Sensorelemente 11 des Mehrelement-Lichtsensors 5 über ihre Sensor-Signalausgänge 6 mit der Multiplex-Datenübertragungseinheit 25 verbunden. Die Multiplex-Datenübertragungseinheit 25 ist an einen Analog-Digital-Wandler 19 angeschlossen, der wiederum mit einem Mikroprozessor 20 verbunden ist.

Die an den Sensor-Signalausgängen 6 der Sensorelemente 11 des Mehrelement-Lichtsensors 5 anliegenden Signale werden mit einer geeigneten Frequenz einzeln zeitlich nacheinander von der Multiplex-Datenübertragungseinheit 25 eingelesen und an den Analog-Digital-Wandler 19 weitergegeben. Dieser digitalisiert jedes der Signale und gibt es in digitaler Form an den Mikroprozessor 20 weiter.

Somit liegen dem Mikroprozessor 20 nach vollständig erfolgtem Auslesen aller Sensorelemente 11 deren Signale einzeln vor, ohne daß zu diesem Zeitpunkt eine Aufsummierung verschiedener Signale ähnlich der im Zusammenhang mit **Fig. 3** beschriebenen Art geschehen ist. Der Mikroprozessor 20 kann die Signale nun entweder einzeln oder kollektiv auswerten.

Die Auswertung der einzelnen Signale durch den Mikro-

prozessor ist insbesondere dann sinnvoll, wenn eine Kalibrierungs-Einstellung des Sensors 1 durchgeführt werden soll. Dann kann die Auswertung, ähnlich der im Zusammenhang mit Fig. 3 beschriebenen Art, derart erfolgen, daß als Ergebnis eine Unterteilung der Sensorelemente 11 in verschiedene Sensorbereiche vorliegt. Dabei entsprechen diese Sensorbereiche wiederum Zonen innerhalb des Überwachungsbereichs, in denen Gegenstände detektiert oder beabsichtigt nicht detektiert werden.

Eine kollektive Auswertung der Signale der Sensorelemente im Mikroprozessor 20 erfolgt insbesondere dann, wenn bereits eine Unterteilung der Sensorelemente 11 in Sensorbereiche, Zonen des Überwachungsbereichs entsprechend, durchgeführt ist. In diesem Fall können die Signale der Sensorelemente 11 der Sensorbereiche beispielsweise, in ähnlicher Weise wie im Zusammenhang mit Fig. 3 beschrieben, aufsummiert werden, so daß Differenzen zwischen den resultierenden Summenwerten gebildet und mit Schwellwerten verglichen werden können. Somit kann der Mikroprozessor an seinem Ausgang 21 ein Signal liefern, 10 das eine Aussage darüber trifft, ob ein Gegenstand sich im Überwachungsbereich des Sensors 1 befindet bzw. in welcher Zone des Überwachungsbereichs sich dieser Gegenstand befindet.

In jedem Fall ist der Mikroprozessor 20 in der Auswertung der Signale wiederum äußerst flexibel. Er ist deshalb in einfacher Weise mit einer selbstadaptierender Logik versehen, die beispielsweise eine automatische Kalibrierungs-Einstellung unterstützt und zeitlich langsame Änderungen der Signale, die auf unerwünschten Effekten beruhen, zu erkennen vermag.

Bezugszeichenliste

| | |
|--|----|
| 1 Sensor | 35 |
| 2 Lichtsender | |
| 3 Sendeoptik | |
| 4 Empfangsoptik | |
| 5 Lichtsensor bzw. Mehrelement-Lichtsensor | |
| 6 Sensor-Signalausgang | 40 |
| 7 Steuer- und Auswerteeinheit | |
| 8 Sendelichtbündel | |
| 9 Gegenstand | |
| 9' Referenzgegenstand | |
| 10 Empfangslichtbündel | 45 |
| 11 Sensorelement | |
| 12 Querschnitt des Empfangslichtbündels | |
| 13 erster Schalter | |
| 14 zweiter Schalter | |
| 15 erste parallele Leitung | 50 |
| 16 zweite parallele Leitung | |
| 17 Schaltersteuereinheit | |
| 18 Differenzverstärker | |
| 19 Analog/Digital-Wandler | |
| 20 Mikroprozessor | 55 |
| 21 Ausgang des Mikroprozessors | |
| 22 Signalverlauf | |
| 23 Schwellwert | |
| 24 Signalverlauf | |
| 25 Multiplex-Datenübertragungseinheit | |
| A Strahlablenkung | |
| A' Bezugs-Strahlablenkung | |
| α Strahlwinkel | |
| D Abstand des Gegenstands 9 vom Sensor 1 | |
| D' Bezugs-Abstand | |
| S Ausgangssignal des Differenzverstärkers 18 | |
| X, Y, Z Sensorbereich | 65 |

Patentansprüche

- Opto-elektronischer Sensor (1) mit einem Lichtsender (2) zum Aussenden eines Sendelichtbündels (8) in einen Überwachungsbereich, mit einem Lichtempfänger zum Empfang eines Empfangslichtbündels (10), das durch das von einem Gegenstand (9, 9') im Überwachungsbereich in Richtung des Lichtempfängers reflektierte Sendelicht gebildet ist, wobei das Empfangslichtbündel (10) in Abhängigkeit vom Abstand des Gegenstandes (9, 9') vom Sensor (1) in einem veränderlichen Strahlwinkel zum Sendelichtbündel (8) steht, und mit einer Steuer- und Auswerteeinheit (7) zur Verarbeitung des Ausgangssignals des Lichtempfängers, dadurch gekennzeichnet, daß der Lichtempfänger einen Mehrelement-Lichtsensor (5) aufweist, der wenigstens vier einzelne Sensorelemente (11) besitzt, die dergestalt benachbart angeordnet sind, daß in Abhängigkeit vom Strahlwinkel unterschiedliche Sensorelemente (11) vom Empfangslichtbündel (10) beaufschlagt sind.
- Sensor (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuer- und Auswerteeinheit (7) Mittel umfaßt, durch welche die Sensorelemente (11) des Mehrelement-Lichtsensors (5) auf veränderliche Weise in mehrere, insbesondere zwei oder drei, Sensorbereiche unterteilbar sind.
- Sensor (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Mehrelement-Lichtsensor (5) eine eindimensionale Anordnung von Sensorelementen (11) aufweist.
- Sensor (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Anzahl der Sensorelemente (11) eine ganzzahlige Potenz der Zahl 2 ist und insbesondere zwischen 8 und 1024 liegt.
- Sensor (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die geometrische Ausdehnung eines Sensorelements (11) entlang wenigstens einer Richtung in der Ebene seiner lichtempfindlichen Fläche geringer, insbesondere wesentlich geringer, als die geometrische Ausdehnung des Empfangslichtbündels (10) entlang dieser Richtung ist.
- Sensor (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die geometrische Ausdehnung der Anordnung von Sensorelementen (11) entlang wenigstens einer Richtung in der Ebene der lichtempfindlichen Fläche des Mehrelement-Lichtsensors (5) größer als die geometrische Ausdehnung des Empfangslichtbündels (10) entlang dieser Richtung ist.
- Sensor (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Mehrelement-Lichtsensor (5) eine insbesondere einstückige Photodioden-Matrix aufweist.
- Sensor (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß er den einzelnen Sensorelementen (11) jeweils zugeordnete Verstärker und/oder Schalter (13, 14) enthält, die insbesondere im Mehrelement-Lichtsensor (5) integriert sind.
- Sensor (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuer- und Auswerteeinheit (7) Mittel zum parallelen Auslesen der Signale von Sensorelementen (11), insbesondere der Signale von in Sensorbereiche unterteilten Sensorelementen (11), umfaßt, wobei die Mittel insbesondere durch mehrere parallele Leitungen (15, 16) und/oder eine Schaltersteuereinheit (17) gebildet sind.
- Sensor (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß jedem Sensorelement (11) jeweils ein erster und zweiter Schalter

(13, 14) zugeordnet ist, wobei alle erste Schalter (13) mit einer ersten parallelen Leitung (15) und alle zweiten Schalter (14) mit einer zweiten parallelen Leitung (16) verbunden sind.

11. Sensor (1) nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß jedem Sensorelement (11) zusätzlich jeweils ein dritter Schalter zugeordnet ist, wobei alle dritte Schalter mit einer dritten parallelen Leitung verbunden sind. 5

12. Sensor (1) nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, daß die über erste, zweite oder dritte Schalter (13, 14) durch eine parallele Leitung (15, 16) verbundenen Sensorelemente (11) jeweils einen Sensorbereich bilden. 10

13. Sensor (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuer- und Auswerteeinheit (7) Mittel zum seriellen Auslesen der Signale von Sensorelementen (11), insbesondere eine Multiplex-Datenübertragungseinheit (25), umfaßt. 15

14. Sensor (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuer- und Auswerteeinheit (7) Mittel zur Bildung der Summe von Signalen von Sensorelementen (11) aufweist, wobei insbesondere die Summenbildung über Signale der Sensorelemente (11) eines oder mehrerer Sensorbereiche und/oder durch Aufschalten der Signale auf eine gemeinsame parallele Leitung (15, 16) und/oder mittels eines Mikroprozessors (20) erfolgt. 20

15. Sensor (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuer- und Auswerteeinheit (7) Mittel (18) zur Bildung der Differenz zwischen Signalen von Sensorelementen (11) oder zwischen Summen von Signalen von Sensorelementen (11) umfaßt. 25

16. Sensor (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuer- und Auswerteeinheit (7) Mittel aufweist, durch die ein Gegenstandsfeststellungssignal erzeugbar ist, wenn die Differenz zwischen Summen von Signalen von Sensorelementen (11) kleiner und/oder gleich und/oder größer als ein definierter Schwellwert (23) ist, wobei insbesondere die Summenbildung über die Signale der Sensorelemente (11) eines oder mehrerer Sensorbereiche erfolgt. 30

17. Sensor (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuer- und Auswerteeinheit (7) Mittel aufweist, durch die ein Gegenstandsfeststellungssignal erzeugbar ist, wenn die Differenz zwischen Summen von Signalen von Sensorelementen (11) innerhalb oder außerhalb eines definierten Schwellwert (23) umgebenden Toleranzbereichs liegt, wobei insbesondere die Summenbildung über die Signale der Sensorelemente (11) eines oder mehrerer Sensorbereiche erfolgt. 45

18. Sensor (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuer- und Auswerteeinheit (7) Mittel (19) zur Digitalisierung der Signale von Sensorelementen (11) und/oder der Summe oder der Differenz von Signalen von Sensorelementen (11) umfaßt. 50

19. Sensor (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuer- und Auswerteeinheit (7) einen Mikroprozessor (20) zur Steuerung des parallelen oder seriellen Auslesens der Signale der Sensorelemente (11) und/oder zur Verarbeitung der Signale der Sensorelemente (11) und/oder zur Festlegung der Unterteilung der Sensorelemente (11) in Sensorbereiche umfaßt, wobei der Mikropro- 60

zessor (20) insbesondere eine an veränderte Applikationsbedingungen selbstadaptierende Logik aufweist.

20. Sensor (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuer- und Auswerteeinheit (7) Mittel zur manuellen und/oder automatischen Kalibrierungs-Einstellung eines Bezugsabstands eines innerhalb des Überwachungsbereichs befindlichen Referenzgegenstands (9) vom Sensor (1) aufweist, wobei durch diese Kalibrierungs-Einstellung insbesondere eine Unterteilung der Sensorelemente (11) des Mehrelement-Lichtsensors (5) in mehrere, insbesondere zwei oder drei, Sensorbereiche erwirkbar ist. 15

21. Sensor (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuer- und Auswerteeinheit (7) Mittel aufweist, durch welche eine Festlegung von Schwellwerten (23) und/oder eine Unterteilung der Sensorelemente (11) des Mehrelement-Lichtsensors (5) in Sensorbereiche automatisch anpaßbar ist, wenn sich die Signale von Sensorelementen (11) verschiedener Sensorbereiche des Mehrelement-Lichtsensors (5) bei konstantem Bezugsabstand von innerhalb des Überwachungsbereichs befindlichen Gegenständen (9, 9') vom Sensor (1) zeitlich langsam ändern. 20

22. Sensor (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Lichtsender (2) zur Aussendung von pulsförmigen Lichtsignalen ausgebildet ist, wobei der Sensor (1) insbesondere Mittel zur Synchronisation der Auslese der Signale der Sensorelemente (11) mit den pulsförmigen Lichtsignalen aufweist. 25

23. Verwendung eines Sensors nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die veränderliche Unterteilung in Sensorbereiche dazu benutzt wird, um diffuse und spiegelnde Reflexionen zu unterscheiden, insbesondere um zu erkennen, daß beide Arten von Reflexionen vorhanden sind, so daß nur die diffuse Reflexionsart als gewünschter Signalfwert zur Weiterverarbeitung herangezogen wird. 30

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

Fig. 1

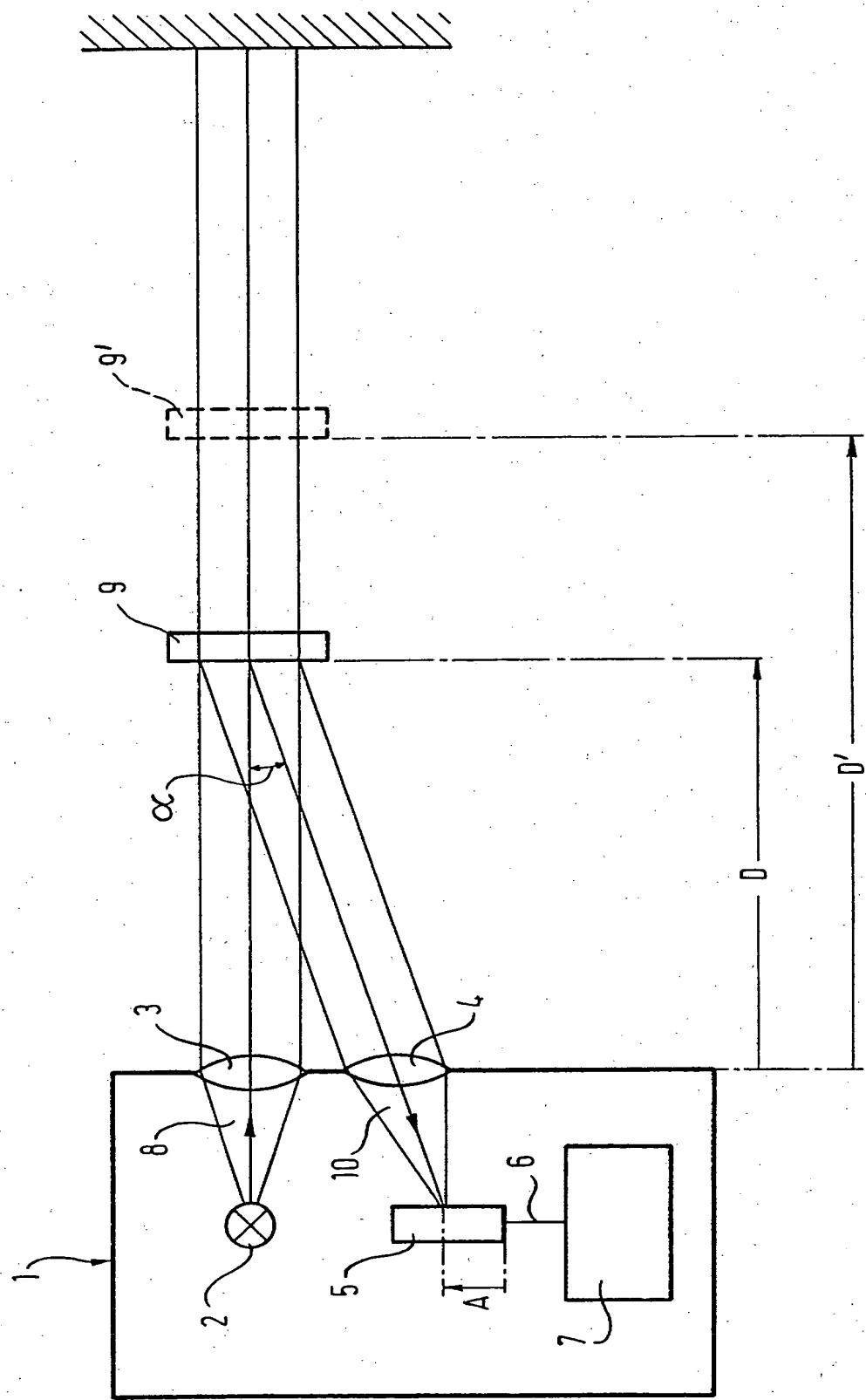


Fig. 2

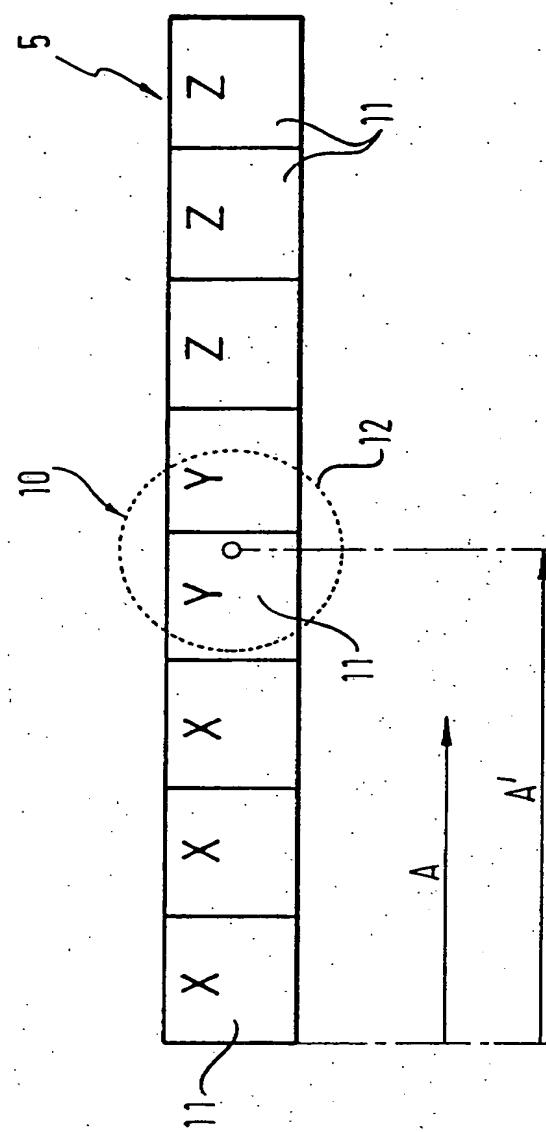


Fig. 3

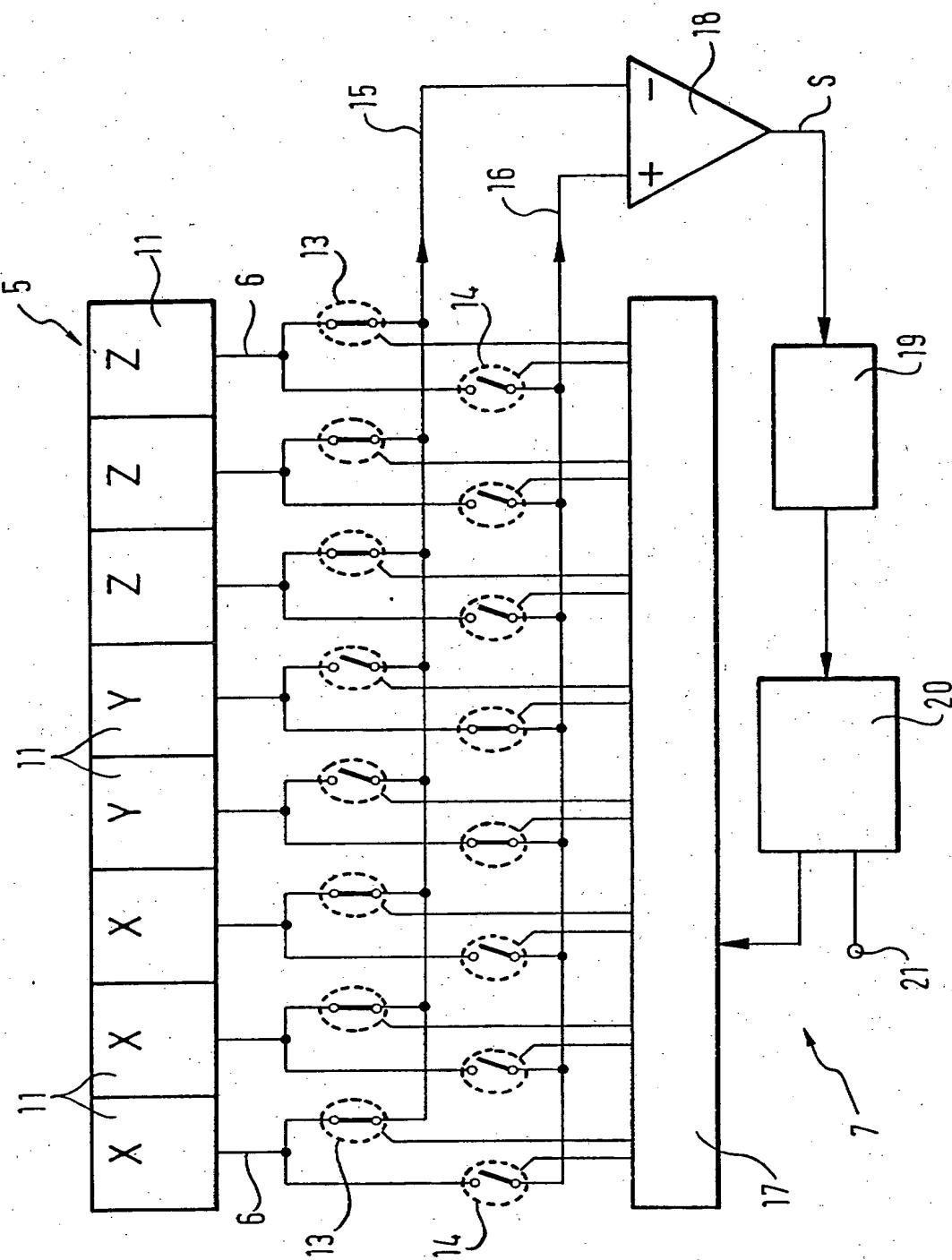


Fig. 4a

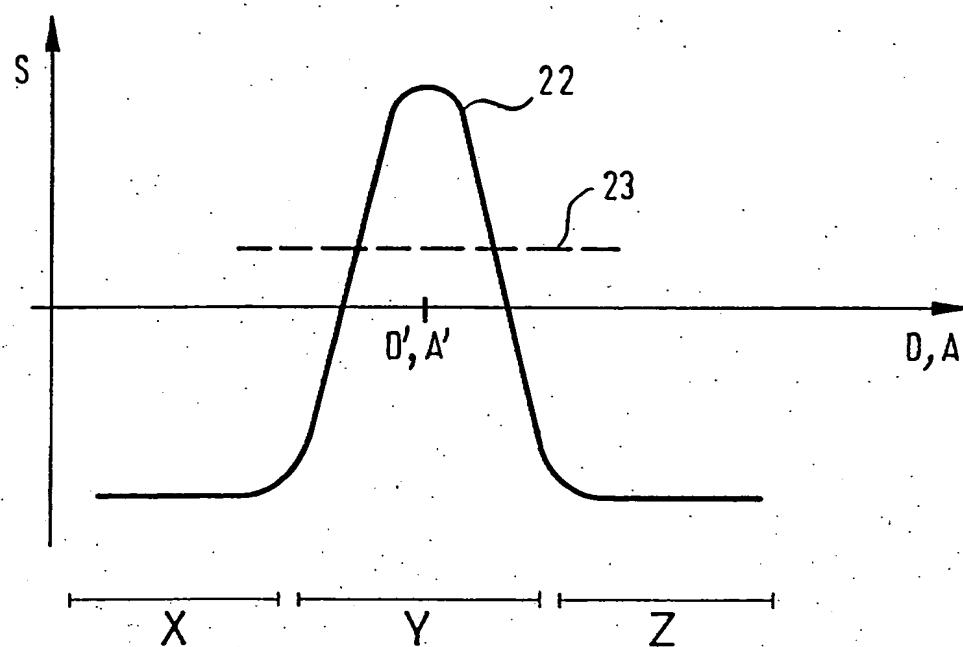


Fig. 4b

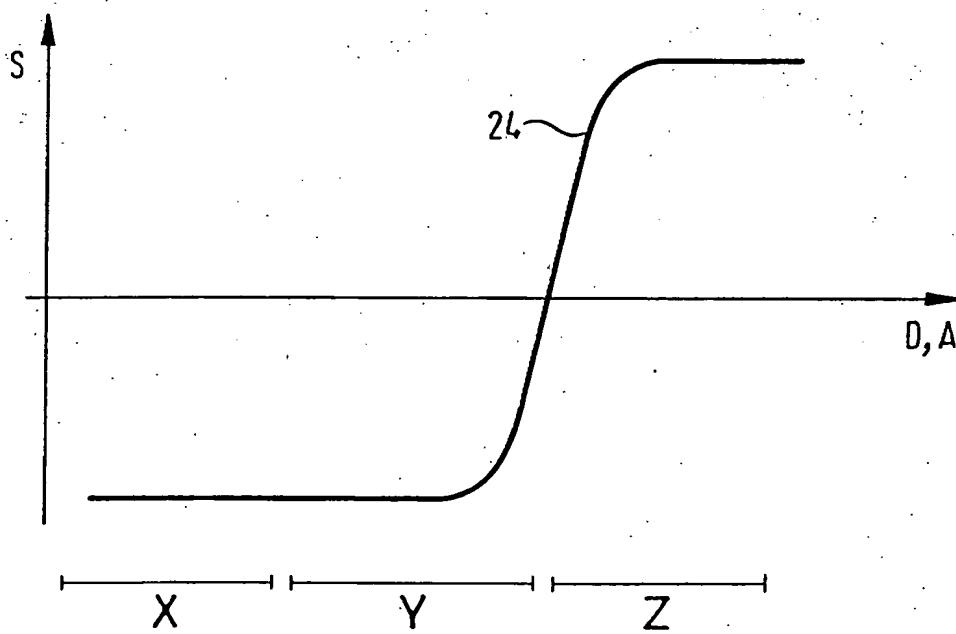


Fig. 5

